

Rec'd PCT/PTC 31 MAR 2005



REC'D 30 JUL 2003

WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 45 799.9
Anmeldetag: 01. Oktober 2002
Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH,
Stuttgart/DE
Bezeichnung: Treibervorrichtung für einen spannungs-
gesteuerten Oszillator
IPC: H 03 L, H 03 B, G 01 S

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

- 1 -

TREIBERVORRICHTUNG FÜR EINEN SPANNUNGSGESTEUERTEN OSZILLATOR

Die Erfindung betrifft eine Treibervorrichtung für einen spannungsgesteuerten Oszillator, mit einer instabilen Spannungsquelle, einem Spannungsregler, einem
5 Treiber zur Erzeugung einer Steuerspannung für den Oszillator und einer Rückkopplungsschleife, die den Treiber in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Oszillators ansteuert.

10 Insbesondere betrifft die Erfindung eine Treibervorrichtung für einen Mikrowellenoszillator, beispielsweise eine Gunn-Diode, eines Radarsystems, das für den Einbau in Kraftfahrzeuge vorgesehen ist.

STAND DER TECHNIK

15 In Kraftfahrzeugen werden Radarsysteme dazu eingesetzt, die Abstände und Relativgeschwindigkeiten von vorausfahrenden Fahrzeugen zu messen, so daß eine automatische Geschwindigkeits- und Abstandsregelung (ACC; Adaptive Cruise Control) durchgeführt werden kann. Die Frequenz der von dem Oszillator erzeugten Mikrowellenstrahlung wird über die an diesen Oszillator angelegte
20 Spannung gesteuert. Häufig muß diese Frequenz im Zuge der Radarmessungen moduliert werden. Beispielsweise erfolgt bei einem FMCW-Radar (Frequency Modulated Continuous Wave) eine Frequenzmodulation mit unterschiedlichen Frequenzrampen, so daß die Differenzfrequenz zwischen dem emittierten Radarsignal und dem Radarecho laufzeitabhängig wird. Durch Auswertung des Differenzfrequenzspektrums können dann die Abstände der vom Radarsensor georteten Objekte bestimmt werden.

30 Für eine hohe Meßgenauigkeit ist es erforderlich, daß die vom Oszillator erzeugten Frequenzen mit hoher Präzision dem Modulationssignal entsprechen. Zu diesem Zweck wird die Frequenz des Oszillators mit Hilfe der Rückkopplungsschleife und des Treibers in einem geschlossenen Regelkreis geregelt. Bei bekannten Systemen ist die Rückkopplungsschleife eine frequenzstarre Schleife (FLL; Frequency Locked Loop). Das Modulationssignal ist in diesem Fall ein
35 Spannungssignal, das den zum jeweiligen Zeitpunkt gültigen Frequenz-Sollwert angibt. Die Frequenz des Oszillators wird ebenfalls in eine Spannung umgewandelt und mit dem Modulationssignal verglichen, und der Treiber wird anhand

des Vergleichsergebnisses angesteuert.

Als Spannungsquelle für die Treibervorrichtung steht in Kraftfahrzeugen die Fahrzeugbatterie zur Verfügung. Ein Problem besteht jedoch darin, daß diese
5 Spannungsquelle instabil ist, da die Batteriespannung beim Zu- oder Abschalten anderer Verbraucher im Kraftfahrzeug einer je nach Ladezustand der Batterie mehr oder weniger starken Schwankungen unterliegt. Damit die Funktion der Treibervorrichtung und des Oszillators nicht durch solche Spannungsschwankungen beeinflusst wird, ist bisher zwischen der Fahrzeugbatterie und
10 dem Treiber ein Spannungsregler vorgesehen, der den Treiber sowie auch die Rückkopplungsschleife mit einer geregelten und daher stabilen Betriebsspannung versorgt.

Die bekannte Anordnung hat jedoch den Nachteil, daß am Spannungsregler unvermeidlich ein bestimmter Mindest-Spannungsabfall auftritt, so daß die für den
15 Treiber und den Oszillator zur Verfügung stehende Gleichspannung deutlich kleiner ist als die Batteriespannung. Bei einer Unterspannung der Fahrzeugabatterie kann es daher vorkommen, daß für den Betrieb des Oszillators keine ausreichende Spannung mehr zur Verfügung steht und somit das Radarsystem
20 abgeschaltet werden muß.

AUFGABE, LÖSUNG UND VORTEILE DER ERFINDUNG

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Treibervorrichtung zu schaffen, die eine größere Toleranz gegenüber einer Unterspannung der Batterie ermöglicht.
25

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Spannungsregler die Rückkopplungsschleife mit Betriebsspannung versorgt, während der Treiber durch die unregelte Spannungsquelle gespeist wird, und daß die Rückkopplungsschleife dazu ausgebildet ist, Spannungsschwankungen der Spannungs-
30 quelle mit Hilfe des Treibers zu kompensieren.

Bei dieser Lösung wirkt sich somit der unvermeidliche Spannungsabfall am Spannungsregler nicht auf die für den Treiber zur Verfügung stehende Spannung aus, so daß auch bei geringerer Batteriespannung noch eine ausreichende
35 Spannung für den Treiber und den Oszillator zur Verfügung steht. In der Praxis kann so die Schwelle für die Unterspannungsabschaltung um etwa 0,5 V redu-

ziert werden, so daß eine entsprechend höhere Verfügbarkeit des Systems erreicht wird.

5 Für den Betrieb der Rückkopplungsschleife und anderer elektronischer Komponenten, etwa der Modulationsschaltung und eines Controllers für das Radarsystem, wird im allgemeinen eine verhältnismäßig geringe Spannung von beispielsweise etwa 5 V benötigt, während der Oszillator eine höhere Spannung von beispielsweise etwa 8 V benötigt. Die erfindungsgemäße Lösung hat den Vorteil, daß der Spannungsregler nur die niedrigere Spannung von 5V bereitzustellen
10 braucht und daß durch den Wegfall eines gesonderten Spannungsreglers für den Treiber und den Oszillator eine bauliche Vereinfachung sowie eine Kostenersparnis erreicht wird.

Bei der erfindungsgemäßen Treibervorrichtung sorgt allein die ohnehin vorhandene Regelfunktion der Rückkopplungsschleife und des Treibers dafür, daß sich
15 die Schwankungen der Batteriespannung nicht auf den Oszillator auswirken. Hierzu braucht die Schaltung lediglich so ausgelegt zu werden, daß die Batteriespannung, die bei voll aufgeladener Batterie 12 V oder mehr betragen kann, durch den Spannungsabfall am Treiber auf die für den Betrieb des Oszillators
20 benötigte Spannung von etwa 8 V reduziert wird und daß die Rückkopplungsschleife je nach geforderter Frequenzgenauigkeit eine hinreichend kleine Regelverzögerung aufweist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.
25

Bevorzugt ist die Rückkopplungsschleife als phasenstarre Schleife (PLL; Phase Locked Loop) ausgebildet. Aus dem vom Oszillator erzeugten Mikrowellensignal wird durch Mischen mit einem Bezugssignal mit fester Frequenz ein Zwischenfrequenzsignal gebildet, dessen Frequenz gleich der Differenz zwischen der Mikrowellenfrequenz und der Bezugsfrequenz ist. Die PLL vergleicht die Phase des Zwischenfrequenzsignals mit der Phase eines Referenzsignals, dessen Frequenz der gewünschten Mikrowellenfrequenz entspricht und ggf. entsprechend dem angewandten Meßprinzip (z.B. FMCW) moduliert ist. Anhand der Phasendifferenz bildet die PLL dann ein Steuersignal für den Treiber. Da die Phasendifferenz sehr kritisch auf Frequenzabweichungen zwischen dem Zwischenfrequenzsignal und dem Referenzsignal anspricht, ermöglicht die phasenstarre Rück-
30
35

kopplungsschleife ein rasches Ausregeln etwaiger Abweichungen der Mikrowellenfrequenz von dem durch das Referenzsignal repräsentierten Sollwert, insbesondere auch dann, wenn solche Abweichungen durch Schwankungen der Batteriespannung verursacht werden.

5

Zwischen der Spannungsquelle und dem Treiber kann eine Filterschaltung vorgesehen sein, die ggf. auch eine Verpolungsschutzschaltung enthält, jedoch keinen Spannungsregler. Da eine solche Filterschaltung nahezu verlustfrei arbeiten kann, ist der durch sie verursachte Spannungsabfall vernachlässigbar.

10

In einer modifizierten Ausführungsform enthält die Filterschaltung einen Spannungsbegrenzer, durch den die Batteriespannung, die u.U. bis zu 17 V betragen kann, auf einen Wert von etwa 9 bis 10 V begrenzt wird. Auf diese Weise wird bei sehr hoher Batteriespannung eine Aufteilung der Verlustleistung zwischen dem Treiber und der Filterschaltung erreicht. Wenn jedoch die Batteriespannung unter den Grenzwert von 9 oder 10 V absinkt, wird der Strombegrenzer unwirksam, und es verbleibt nur der Spannungsabfall am Treiber.

15

Die Komponenten der Treibervorrichtung - mit Ausnahme der Batterie - können wahlweise zu einer Einheit integriert sein oder getrennt in Modulbauweise ausgebildet sein.

20

Ein mit der oben beschriebenen Treibervorrichtung ausgestattetes Radarsystem für Kraftfahrzeuge ist Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 8.

25

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

30

Es zeigen:

Fig. 1 eine vereinfachte Schaltskizze eines Oszillators und einer zugehörigen Treibervorrichtung;

35

Fig. 2 eine Schaltskizze eines Oszillators und einer Treibervorrichtung gemäß einem abgewandelten Ausführungsbeispiel; und

Fig. 3 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der Arbeitsweise der Treibervorrichtungen.

Figur 1 zeigt einen spannungsgesteuerten Oszillator 10, eine zugehörige Treibervorrichtung 12 sowie eine Spannungsquelle, die hier durch eine Batterie 14 eines Kraftfahrzeugs gebildet wird. Bei dem Oszillator 10 handelt es sich im gezeigten Beispiel um eine Gunn-Diode eines Mikrowellenradars, das in dem Kraftfahrzeug zur Abstandsmessung eingesetzt wird.

Die Treibervorrichtung 12 umfaßt eine Filterschaltung 16, einen Treiber 18 (Transistor), eine als phasenstarre Schleife (PLL) ausgebildete Rückkopplungsschleife 20, einen Spannungsregler 22 und im gezeigten Beispiel außerdem einen Controller 24, der die Funktionen der Rückkopplungsschleife 18 und des Oszillators 10 sowie ggf. anderer Komponenten des Abstandsmesssystems steuert.

Die Filterschaltung 16 ist mit der Batterie 14 verbunden und dient in erster Linie zum Ausfiltern von Störsignalen, die über die von der Batterie kommende Leitung eingekoppelt werden könnten. Außerdem hat die Filterschaltung eine Verpolungsschutzfunktion. Die Batteriespannung U_b wird von der Filterschaltung 16 gefiltert aber ungeregelt an den Treiber 18 weitergeleitet. In der Filterschaltung 16 tritt daher praktisch kein Spannungsabfall auf.

Der Treiber 18 wird durch ein von der Rückkopplungsschleife 20 erzeugtes Steuersignal S so angesteuert, daß an ihm ein bestimmter Spannungsabfall U_1 auftritt, und versorgt den Oszillator 10 mit einer Steuerspannung U_2 , die gleich der Differenz zwischen U_b und U_1 ist. Die Höhe der Steuerspannung U_2 bestimmt die Frequenz des vom Oszillator 10 erzeugten Mikrowellensignals RF . Die Steuerspannung U_2 bildet zugleich die Betriebsspannung des Oszillators 10 und stellt damit die Energie bereit, die der Oszillator zur Erzeugung der Mikrowellenstrahlung benötigt. Typischerweise liegt die Steuerspannung U_2 in der Größenordnung von etwa 8 V.

Die Frequenz des vom Oszillator 10 erzeugten Mikrowellensignals RF wird in einem geschlossenen Regelkreis geregelt und nach Bedarf moduliert. Zu diesem Zweck wird das Mikrowellensignal RF ausgekoppelt und in einem Mischer 26 mit einem Bezugssignal B mit fester Frequenz gemischt, das von einem weiteren

Oszillator, beispielsweise einem dielektrischen Resonator 28 erzeugt wird. Das Ausgangssignal des Mischers 26 ist ein Zwischenfrequenzsignal IF, dessen Frequenz gleich der Differenz zwischen der Frequenz des Mikrowellensignals und der Frequenz des Bezugssignals B ist. Dieses Zwischenfrequenzsignal IF wird
5 der Rückkopplungsschleife 20 zugeführt. Weiterhin erhält die Rückkopplungsschleife 20 ein Referenzsignal Ref mit einer variablen Frequenz, die in der gleichen Größenordnung wie die Frequenz des Zwischenfrequenzsignals IF liegt. Die Rückkopplungsschleife 20 vergleicht die Phase des Zwischenfrequenzsignals IF mit der Phase des Referenzsignals Ref und erzeugt anhand des Vergleichsergebnisses das Steuersignal S für den Treiber 18. Auf diese Weise wird die Frequenz
10 des Oszillators 10 so geregelt, daß zwischen dem Zwischenfrequenzsignal IF und dem Referenzsignal Ref eine feste Phasenbeziehung erhalten bleibt. Die Frequenz des Mikrowellensignals RF ist daher stark, mit sehr geringer Regelverzögerung, an die Frequenz des Referenzsignals Ref gekoppelt.

15 Der Controller 24 steuert einen Modulator 30, der seinerseits die Frequenz des Referenzsignals Ref so variiert, daß das Mikrowellensignal in der gewünschten Weise moduliert wird.

20 Der Spannungsregler 22 liefert eine geregelte Betriebsspannung von 5 V an die Rückkopplungsschleife 20 und an den Controller 24 (sowie ggf. an den Modulator 30) und wird seinerseits durch die Ausgangsspannung der Filterschaltung 16 gespeist. Zwischen den Ausgang der Filterschaltung 16 und Masse ist außerdem ein Glättungskondensator 32 geschaltet.

25 Das in Figur 2 gezeigte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel dadurch, daß die Hauptkomponenten der Treiberschaltung als getrennte Bauelemente ausgebildet sind, die auch auf verschiedenen Platinen angeordnet werden können. Außerdem ist anstelle der Filterschaltung 16 eine Filterschaltung 16' vorgesehen, die zugleich eine spannungsbegrenzende Funktion hat und die Spannung der Batterie 14 auf einen bestimmten Maximalwert in der Größenordnung von 9 bis 10 V begrenzt. Wenn
30 die Batteriespannung U_b oberhalb dieses Maximalwertes liegt, tritt daher an der Filterschaltung 16 ein zusätzlicher Spannungsabfall $U_{1'}$ auf. Dies hat den Vorteil, daß die Verlustleistung zwischen dem Treiber 18 und der Filterschaltung 16' aufgeteilt wird, so daß auch höhere Spannungen der Batterie 14 toleriert werden können. Auch hier hat jedoch die Filterschaltung 16' keine Regelfunkti-

- 7 -

on, und der Spannungsabfall U_1' reduziert sich auf 0, wenn die Batteriespannung unter den Grenzwert von 9 bis 10 V absinkt. Eine Batterieunterspannung kann daher toleriert werden, solange die Batteriespannung größer ist als die Summe aus der Steuerspannung U_2 und dem auch bei maximaler Ansteuerung des Treibers unvermeidlichen Rest-Spannungsabfall U_1 . Der Controller und der Modulator sind in Figur 2 nicht dargestellt.

Figur 3 illustriert die Regelfunktion der Treibervorrichtung nach Figur 1 am Beispiel einer Betriebsphase, in der die Frequenz f_r des Mikrowellensignals RF mit einer fallenden Rampe moduliert wird, wie in dem Frequenz/Zeit-Diagramm im unteren Teil in Figur 3 gezeigt ist. Zu einem Zeitpunkt t_1 fällt die Batteriespannung U_b von einem Wert oberhalb von 10 V auf einen Wert von weniger als 9 V ab, beispielsweise weil im Fahrzeug ein zusätzlicher Verbraucher eingeschaltet wurde. Dieser Spannungsabfall würde ohne Frequenzregelung zu einer entsprechenden Abnahme der Steuerspannung U_2 und damit zu einer Abnahme der Frequenz f_r führen. Durch die Rückkopplungsschleife 20 wird dieser Spannungsabfall jedoch augenblicklich kompensiert. Das Steuersignal S steigt an, so daß sich der Spannungsabfall U_1 am Treiber 18 vermindert und die Steuerspannung U_2 im wesentlichen auf dem bisherigen Wert gehalten wird. Zugleich sorgt das Steuersignal S dafür, daß die Phasenbeziehung zwischen dem Zwischenfrequenzsignal IF und dem Referenzsignal Ref erhalten bleibt, so daß die Steuerspannung U_2 und damit auch die Frequenz f_r des Mikrowellensignals entsprechend der Rampenfunktion mit der Frequenz des Referenzsignals Ref abnehmen.

Die obige Erläuterung der Funktionsweise gilt sinngemäß auch für das Ausführungsbeispiel nach Figur 2.

PATENTANSPRÜCHE

1. Treibervorrichtung für einen spannungsgesteuerten Oszillator (10), mit einer instabilen Spannungsquelle (14) einem Spannungsregler (22), einem Treiber (18)
5 zur Erzeugung einer Steuerspannung (U2) für den Oszillator (10) und einer Rückkopplungsschleife (20), die den Treiber (18) in Abhängigkeit vom Ausgangssignal (RF) des Oszillators (10) ansteuert, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Spannungsregler (22) die Rückkopplungsschleife (20) mit Betriebsspannung versorgt, während der Treiber (18) durch die unregelte Spannung (Ub) der Spannungsquelle (14) gespeist wird, und daß die Rückkopplungsschleife (20) dazu
10 ausgebildet ist, Spannungsschwankungen der Spannungsquelle (14) mit Hilfe des Treibers (18) zu kompensieren.
2. Treibervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die
15 Rückkopplungsschleife (20) eine phasenstarre Schleife ist.
3. Treibervorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückkopplungsschleife (20) ein Zwischenfrequenzsignal (IF) aufnimmt, das durch Mischen des Ausgangssignals (RF) des Oszillators (10) mit einem Bezugssignal (B) mit fester Frequenz gebildet wird, und daß die Rückkopplungsschleife
20 die Phase des Zwischenfrequenzsignals (IF) mit der Phase eines Referenzsignals (Ref) vergleicht und den Treiber (18) anhand des Vergleichsergebnisses so ansteuert, daß die Frequenz des Oszillators (10) der Frequenz des Referenzsignals (Ref) folgt.
- 25 4. Treibervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerspannung (U2) für den Oszillator (10) größer ist als die vom Spannungsregler (22) gelieferte Betriebsspannung für die Rückkopplungsschleife (20).
- 30 5. Treibervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Spannungsquelle (14) und dem Treiber (18) eine Filterschaltung (16; 16') eingefügt ist.
- 35 6. Treibervorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterschaltung (16') eine spannungsbegrenzende Funktion hat.

- 9 -

7. Treibervorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Filterschaltung (16') und der Treiber (18) als getrennte Bauelemente ausgebildet sind.

- 5 8. Radarsystem mit einem Mikrowellenoszillator (10) für ein Kraftfahrzeug, gekennzeichnet durch eine Treibervorrichtung (12) nach einem der vorstehenden Ansprüche mit der Fahrzeugbatterie als Spannungsquelle (14).

10

15

20

25

30

35

ZUSAMMENFASSUNG

Treibervorrichtung für einen spannungsgesteuerten Oszillator (10), mit einer instabilen Spannungsquelle (14) einem Spannungsregler (22), einem Treiber (18) zur Erzeugung einer Steuerspannung (U_2) für den Oszillator (10) und einer Rückkopplungsschleife (20), die den Treiber (18) in Abhängigkeit vom Ausgangssignal (R_f) des Oszillators (10) ansteuert, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Spannungsregler (22) die Rückkopplungsschleife (20) mit Betriebsspannung versorgt, während der Treiber (18) durch die unregelte Spannung (U_b) der Spannungsquelle (14) gespeist wird, und daß die Rückkopplungsschleife (20) dazu ausgebildet ist, Spannungsschwankungen der Spannungsquelle (14) mit Hilfe des Treibers (18) zu kompensieren.

(Fig. 1)

15

20

25

30

35

Fig. 1

The diagram illustrates a PLL-based receiver system. An input signal U_2 is fed into a mixer (10). The mixer's other input is connected to a radio frequency (RF) signal source. The output of the mixer is connected to a multiplier (26). The multiplier's other input is connected to a local oscillator (28). The output of the multiplier is an intermediate frequency (IF) signal, which is fed into a phase-locked loop (PLL) block (20). The PLL block contains a phase detector (18), a voltage divider (12, 16), a filter (F), a 5V reference voltage source, a capacitor (C), and a motor (M). The PLL block also receives a reference signal (Ref) from the motor (M). The output of the PLL block is connected to a capacitor (32) and a battery (14).

The diagram shows a PLL-based frequency synthesizer. An input signal U_2 is fed into a mixer (10). The mixer also receives a radio frequency (RF) signal. The output of the mixer is connected to a multiplier (26). A reference signal from a generator (28) is also fed into the multiplier (26). The output of the multiplier (26) is an intermediate frequency (IF) signal, which is fed into a phase-locked loop (PLL) block (20). The PLL (20) is connected to a voltage divider (18) and a filter (F) (16'). The voltage divider (18) is connected to a supply voltage U_1 and a bias voltage U_b . The filter (F) (16') is connected to a 5V supply (22) and a battery (14). The output of the filter (F) (16') is a signal U_1' .

2/2

Fig. 3